

# **Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i.**

IČ: 67985891

Sídlo: V Holešovičkách 41, 182 09 Praha 8

## **Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2009**

Dozorčí radou pracoviště projednána dne: 28. 4. 2010

Radou pracoviště schválena dne: 2010

V Praze dne 2010

## I. Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti či o jejich změnách

### a) Výchozí složení orgánů pracoviště

Ředitel pracoviště: **Ing. Karel Balík, CSc.**

jmenován s účinností od : **1. 6. 2007**

Rada pracoviště zvolena dne 9. 1. 2007 ve složení:

předseda: **Ing. Milan Brož, CSc. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)**

místopředseda: **RNDr. Josef Stemberk, CSc. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)**

členové:

*Ing. Karel Balík, CSc. ((Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)*

*Ing. Martin Černý, CSc.(Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)*

*RNDr. Radim Číž, PhD. (IBM Česká republika, s.r.o.)*

*Ing. Pavel Kriegsmann (KM, s.r.o.)*

*RNDr. Jiří Málek, PhD. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)*

*Prof. Ing. Václav Roubíček, CSc., Dr.h.c. (VŠB-Technická univerzita Ostrava)*

*Ing. Jiří Smolík, CSc. (Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i.)*

*Ing. Ivana Sýkorová, DrSc. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)*

*Ing. Zuzana Weishauptová, DrSc. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)*

Dozorčí rada jmenována dne 1. 5. 2007 ve složení:

předseda: Prof. Ing. Miroslav Tůma, CSc. (Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.)

místopředseda: Ing. Vlastimil Kříž, PhD. (Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.)

členové:

*Doc. Ing. Miloš Drdácký, DrSc. (Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v.v.i.)*

*RNDr. Vladimír Fiala, CSc. (Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.)*

*Prof. Ing. Jan Kostecký, DrSc. (Stavební fakulta ČVUT)*

## **b) Změny ve složení orgánů:**

*V roce 2009 neproběhly žádné změny ve složení orgánů.*

## **c) Informace o činnosti orgánů:**

Ředitel:

*- V průběhu roku bylo vydáno 14 sdělení ředitele a jednou za dva měsíce proběhly pravidelné porady vedoucích oddělení s vedením ústavu.*

*- Koncem roku byl instalován mikroskop QUANTA 450, na který jsme obdrželi dotaci 9 200 tis. Kč. Tento přístroj významně pomůže při našich výzkumech v oblasti nano-materiálů, geopolymérů a uhlíkových materiálů.*

*- Další přístrojová technika byla pořízena za 4 146 tis. Kč.*

*- Hlavní položkou nákladných oprav byla oprava střech za 2 360 tis. Kč. Náklady na ostatní opravy - např. výměna oken, omítky apod. činily 9 598 tis. Kč.*

*- Byla podána žádost o dotaci na nákladné opravy v roce 2010 v celkové hodnotě 13 100 tis. Kč. Obdrželi jsme 3 500 tis. Kč.*

*- Již tradičně se konal soutěžní seminář mladých pracovníků ústavu z řad doktorandů.*

*- V průběhu roku byly přijati mezi vědecké pracovníky 3 pracovníci, kteří dokončili doktorandské studium.*

*- Byla vyhodnocena publikační aktivita vědeckých pracovníků formou soutěže a její výsledky byly zveřejněny. To ovlivnilo přidělování finančních prostředků na ústavní úkoly.*

*- V listopadu se konala atestace vybraných pracovníků, kdy Atestační komise doporučila řadu pracovních úvazků na dobu určitou. Výsledky atestací jsou podkladem pro další diverzifikace mezd v rámci personální politiky.*

*- Koncem roku bylo propuštěno 14 pracovníků, což v přepočtu na 8 hodinové pracovní úvazky činilo necelých 6 pracovníků. Počet zaměstnanců tak poklesl ze 128 na 114.*

*- V roce 2009 byly uzavřeny smlouvy na 19 nových projektů GAČR, MŠMT a MPO.*

Rada pracoviště:

Data zasedání: 8.1., 19.2., 6.4., 17.4., 5.6., 13.10., a 23.11. 2009. Významné záležitosti projednané radou pracoviště: schváleny 2 projekty k podání, jeden do 7. Rámcového programu (EU) a jeden do agentury EEA Grants (zápis č. 1); projednány výsledky hospodaření za rok 2008, novelizovaný mzdový řád a hospodářské smlouvy v r. 2008 (zápis č. 2); projednány návrhy projektů na r. 2010 (zápis č. 3); schválen Mzdový předpis a Katalogový list povolání a funkčních zařazení (zápis č.4); schválena Výroční zpráva o činnosti a hospodaření ústavu za rok 2008 (zápis č. 5); schváleno snížení počtu zaměstnanců o 10 % (zápis č. 6) a související změna organizační struktury pracoviště (zápis č. 7.).

Dozorčí rada:

Data zasedání: 22. 5. 2009 a 8. 12. 2009.

Schválená usnesení DR: 4; z toho per rollam 3; jeden na zasedání č. 2:

- Dozorčí rada ÚSMH AV ČR, v.v.i., souhlasí s navrženým hodnocením pracoviště.

- Dozorčí rada ÚSMH AV ČR, v.v.i., souhlasí se záměrem ÚSMH prodat garáž z majetku ústavu.

- Ve smyslu § 17 zákona 93/2009 Sb. určuje Dozorčí rada ÚSMH auditorem ÚSMH AV ČR, v.v.i., pro rok 2009 společnost Diligens, s.r.o.

4- Dozorčí rada Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., projednala záměr ÚSMH, v.v.i., zřídit společné pracoviště v rámci sdružení "Laboratoř sorpční a porozimetrické analýzy" s PřF UK a uděluje předchozí písemný souhlas s tímto záměrem.

## II. Informace o změnách zřizovací listiny:

V roce 2009 nedošlo k žádným změnám zřizovací listiny.

## III. Hodnocení hlavní činnosti:

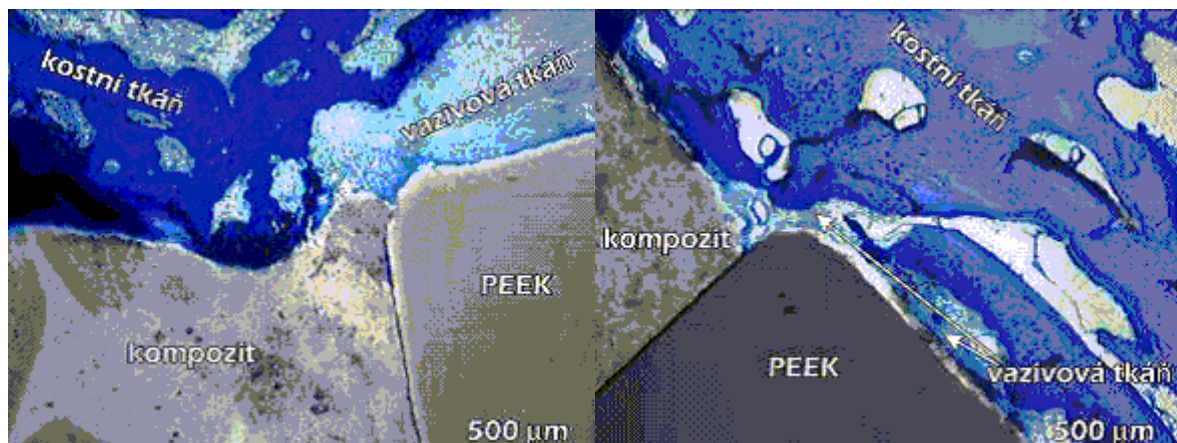
1. Hlavní činností ústavu je výzkum v rámci Výzkumného záměru ústavu AVOZ30460519, který je financován především vědeckými projekty udělenými grantovými agenturami, jednotlivými ministerstvy a mezinárodními organizacemi.
1. Výsledky výzkumu v r. 2009 vedly jednak k rozšíření poznání v základním výzkumu, jednak k využití v praktických aplikacích. Minoritní část výzkumné činnosti proběhla formou hospodářských smluv s ekonomickými subjekty.
1. Vědecká činnost pracoviště byla orientována na:
1. Výzkum podmínek vzniku přirozených a indukovaných geodynamických procesů ve svrchní vrstvě zemské kůry, ohrožujících stabilitu zemského povrchu (seismické jevy,

svahové sesuvy, skalní řízení aj.) s cílem minimalizovat jejich nepříznivé dopady, studium šíření seismických vln v různých horninových prostředích, analýzu dlouhodobých svahových pohybů a sledování a objasnění geodynamických pohybů Českého masívu.

1. Výzkum procesu porušování hornin při dlouhodobém silovém působení, sledování přetvárných vlastností hornin a jejich mechanické anizotropie v závislosti na působícím tlaku.
1. Studium geneze, složení textury, povrchových, chemických a mechanických vlastností nerostných surovin, minerálů a uhlí (včetně jeho derivátů a plynonosnosti), závažných pro vývoj procesů úpravy a ekologického zpracování přírodních i odpadních surovin.
1. Přípravu a výzkum vlastností moderních kompozitních materiálů, zejména s možným využitím v technice a medicíně.

### Nejvýznamnější výsledky

1. Byly navrženy nanočásticové kompozitní materiály na bázi polydimethylsiloxanu a nanočástic hydroxyapatitu a fosforečnanu vápenatého pro použití ve formě meziobratlových rozpěrek pro léčbu onemocnění páteře. Meziobratlová rozpěrka se skládá z nosné klece a kompozitního jádra, jehož povrch je v kontaktu s povrchem dvou sousedních obratlů, kde zaručuje jednak elastickou vazbu a také vhodnou adhezi na rozhraní s kostí. Studované částicové kompozity, s optimálním množstvím částicové výztuže, vykazují mechanické vlastnosti srovnatelné se spongiózní kostí a vhodné osteointegrační vlastnosti.



Obr. 1: Histologický výbrus implantátů s částicovým kompozitem na bázi polydimethylsiloxanu, bioaktivních nano-hydroxyapatitu (vlevo) a nano-fosforečnanu vápenatého (vpravo). Na snímcích je dobře patrná vysoká míra osteokondukce s částicovým kompozitem v porovnání s kontrolním materiálem PEEK (polyetheretherketon).

Balík, K. - Suchý, T. - Sucharda, Z. - Rýglová, Š. - Denk, F.: Design for a filler of an intervertebral cage for spine treatment on the basis of fibers and particulate composites. *Ceramics-Silikaty*, Vol. 53, č. 4 (2009), s. 310–314.

Šupová M.: *Problem of hydroxyapatite dispersion in polymer matrices: a review*. *J. Mater Sci: Mater Med.*, Vol. 20 (2009), s. 1201-1213.

Vagaská B. - Bačáková L. - Filová E. - Balík K.: *Osteogenic cells on bio-inspired materials for bone tissue engineering*. *Physiological Research*, Vol. 59, č. 3, (2010).

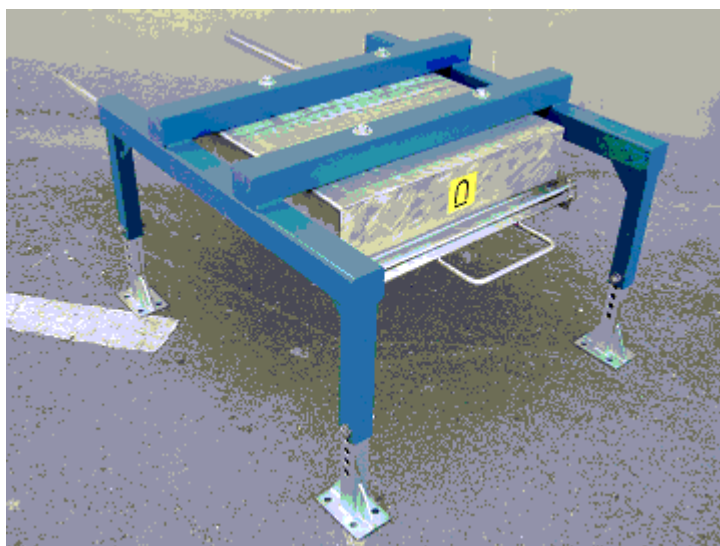
Rýglová Š.: *Částicový kompozit na bázi mikro a nano částic hydroxyapatitu a fosforečnanu vápenatého jako biomateriál*. *Doktorská disertační práce (2009)*, *Fakulta strojní ČVUT v Praze*.

2. Na dvou šumavských lokalitách byla pomocí podrobného geomorfologického mapování a inženýrsko-geologického monitoringu provedena rekonstrukce a geochronologické zařazení fází sesouvání.

Podařilo se odhalit zákonitosti chování svahů na modelových lokalitách a formulovat pravděpodobný scénář vývoje lokalit, podle kterého se svahové pohyby opakují v závislosti na rychlosti akumulace sesouvajícího se materiálu. Radionuklidové datování ukázalo, že tyto cykly trvají přibližně 4000 let. Příčinou nestability studovaných svahů v jinak poměrně klidné oblasti je souběžné působení dvou faktorů, které snižují stabilitu: strukturní predispozice hornin (průběh puklin a porušení masívu) a zvýšená strmost svahů, způsobená erozní činností ledovců (v době zalednění) a tekoucí vody. Rovněž se podařilo přispět k poznání historie kulturní památky, protože na lokalitě Obří Hrad se nacházejí pozůstatky Keltského opevnění.

Hartvich, F. - Mentlík, P.: *Slope development reconstruction at two sites in the Bohemian Forest Mts., Earth surface processes and landforms 34/2009*, Wiley - Blackwell, (Published Online: Jan 13 2010, 6:41AM, DOI: 10.1002/esp.1932).

3. Na základě studia vlastností magnetického pole permanentních magnetů s příměsí neodymu a technologie vytváření silných magnetických polí pomocí pokročilých typů těchto magnetů byl navržen a realizován nový odlučovač feromagnetických příměsí s vysokou hodnotou magnetické indukce v separační zóně, určený k zavěšení nad dopravní pás. Odlučovač byl úspěšně vyzkoušen v provozních podmínkách závodu Lasselsberger Chlumčany v technologické lince přípravy surovin pro výrobu dlaždic.



Obr. 2: Závěsný magnetický odlučovač feromagnetických příměsí

Žežulka, V.: *Závěsný magnetický odlučovač s velkými bloky z permanentních NdFeB magnetů, funkční*

vzorek, 2009.

*Žežulka, V. - Straka, P.: Magnetický obvod s velkými magnetickými bloky z permanentních NdFeB magnetů pro deskové nebo pásové magnetické odlučovače, zavěšené nad dopravní pásy, funkční vzorek, 2009*

4. V oboru rotačních složek seismických vln byla navržena nová metoda geofyzikálního průzkumu, která využívá rotační seismické vlny. Byly zkonstruovány prototypy generátoru rotačních vln a nový typ snímače rotačních složek seismických vln, které byly patentovány. Vynálezy jsou příspěvkem k rozvoji zcela nového perspektivního oboru rotační seismologie.

Mechanický senzor umožňuje detekci časového průběhu rotačních seismických pohybů kolem tří navzájem kolmých os. Oproti stávajícím zařízením je tento senzor levnější, okamžitě použitelný v terénu a snadno obsluhovatelný. Odhadovaná maximální citlivost pro měření rychlosti rotace je v řádu  $10^{-8}$  rad/s, což umožňuje použití přístroje i pro slabé seismické zdroje. Může měřit současně všechny tři složky rotačního pohybu a umožňuje měření v lokálních a regionálních vzdálenostech. Ke konstrukci tohoto sensorového systému lze použít komerčních seismických senzorů, avšak jejich sestavení a řídicí software jsou unikátní a jsou podstatou vynálezu. Rotační složky seismických vln mohou být použity pro řešení mnoha seismologických aplikací, jako je například určení některých parametrů seismického ohniska a průzkum vlastností horninového masívu. Sensorový systém může najít zvláštní uplatnění v seismicky aktivních oblastech po celém světě.

Dále byl zkonstruován mechanický generátor rotačních seismických kmitů. Generátor pracuje na principu okamžitého zastavení otáčivého setrvačného pohybu a přenesení vzniklého vysokofrekvenčního pulsu do půdy, ve které je generátor pevně ukotven. Relativně nízká hmotnost a nevelké rozměry generátoru umožňují jeho snadnou přepravu a okamžité použití v terénu. Velikost energie vyzářené do půdy v rotačních seismických kmitech se reguluje rychlostí otáček setrvačného pohybu před jeho náhlým zastavením. Součástí zařízení je řídicí jednotka, která ovládá činnost generátoru a registruje průběh seismických kmitů. Podstatným rysem generátoru je možnost mnohonásobného opakování identického zdrojového pulsu, což umožňuje použití technik pro zpracování dat, které výrazně potlačují šum a zvyšují tak přesnost měření. Generátor je zamýšlen jako aktivní seismický zdroj, který je součástí seismické měřicí soupravy, obsahující navíc jeden nebo několik výše zmíněných sensorových systémů. Aplikace této soupravy je především v prospekční seismice a dá se uplatnit i v některých situacích, kde tradiční prospekční metody selhávají.



Obr. 3: Generátor rotačních seismických vln

*Brokešová, J. - Málek, J. - Štrunc, J.: Generátor rotačních seismických vln, seismická měřicí souprava obsahující tento generátor a způsob seismického průzkumu. Patent č. 301218, ÚPV 2009.*

*Brokešová, J. - Málek, J. - Štrunc, J.: Rotační seismický senzorový systém, seismická měřicí souprava obsahující tento systém a způsob seismického průzkumu. Patent č. 301217, ÚPV 2009.*

5. Zplyněním odpadní pryže s hnědým uhlím lze získat plyn s vysokým obsahem energie jako palivo širšího využití. Je tak možné zpracovat různé pryžové odpady na plynný produkt s vysokou užitnou hodnotou na stávajících průmyslových generátorech. Zplyňování probíhá v paroplynovém zařízení v integrovaném cyklu a z ekologického hlediska i z hlediska účinnosti přeměny odpadu na energii patří k nejvíce oceňovaným metodám. Na základě pokusů v provozním měřítku byly stanoveny optimální podmínky pro tepelné zpracování odpadních pryžových noků i podmínky pro krátkodobé zvýšení množství odpadní složky ve zplyňované směsi. Významným rysem metody je snížení množství produkovaných sírných plynných složek ve srovnání s běžným zplyňováním hnědého uhlí. Postup lze uplatnit i při zpracování odpadních směsí plastů a celulóзовých materiálů.

*Straka, P. - Bučko, Z.: Co-gasification of lignite/waste-tyre mixture in a moving bed. Fuel Processing Technology, Vol. 90, Issue 10 (2009), s. 1202–1206.*

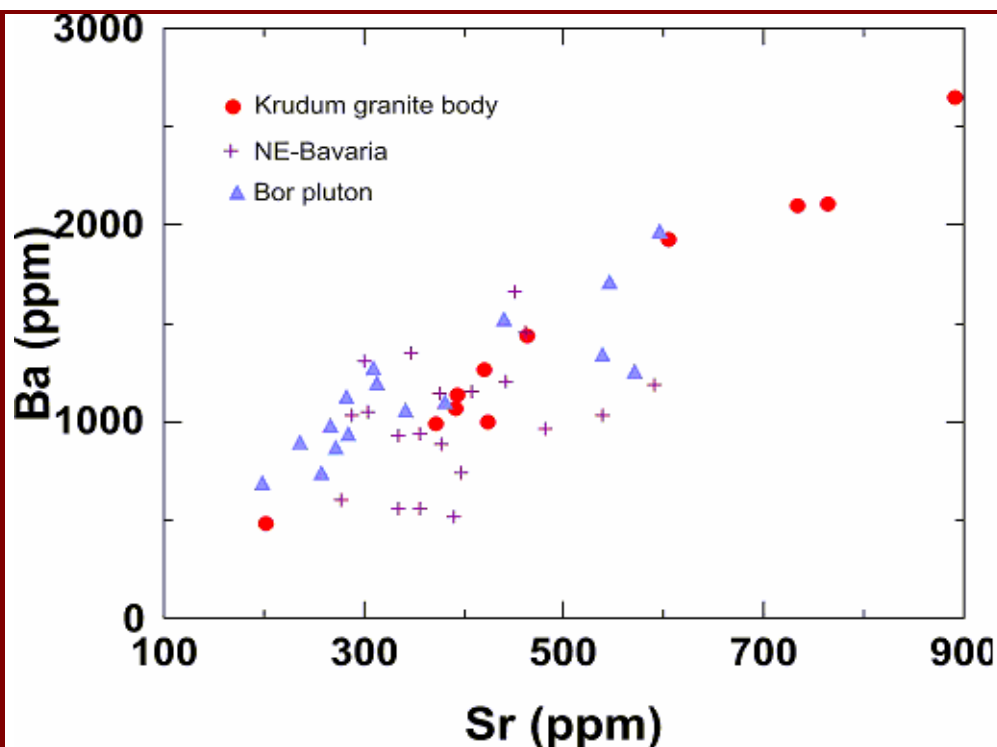
6. Byl vyvinut geopolymerní kompozit vhodný pro zpevňování terakotových soch určených k restaurování. Výsledek vznikl na základě studia vlastností látek obsahujících hliník tetrakoordinovaný s kyslíkem. Barokní terakotová socha byla zpevněna a restaurována ve spolupráci s Akademií výtvarných umění v Praze, jmenovitě se Školou restaurování uměleckých děl sochařských Petra Siegla.



Obr. 4: Barokní terakotová socha zpevňovaná geopolymerním kompozitem

Hanzlíček, T. - Steinerová, M. - Straka, P. - Perná, I. - Siegl, P. - Švarcová, T.: Reinforcement of the terracotta sculpture by geopolymer composite. *Materials & Design*, Vol. 30, Issue 8 (2009), s. 3229–3234.

7. Pro fosforem bohaté topazové granity masivu Krudum je charakteristický celkově nízký obsah prvků vzácných zemin a vyšší hodnota poměru lehkých a těžkých vzácných zemin (1,4-4,8). Malá nepravidelná tělesa granodioritů a křemenných dioritů, odpovídající svým složením redwitzitům sv. Bavorska, jsou nejstaršími magmatickými horninami masivu Krudum. Jejich obohacení o CaO, FeO, MgO, TiO<sub>2</sub>, Ba a Sr podporuje představu o vzniku této magmatické suity diferenciací svrchně plášťových magmat.



Obr. 5: Vyšší obsahy Ba a Sr v magmatických horninách redwitzitové suity podporují možnost vzniku této magmatické suity z mafických tavenin odvozených ze svrchního pláště.

René M.: Petrography and geochemistry of redwitzite suite from the Slavkovský les Mts. (Bohemian Massif, Czech Republic). *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 63 (2009), 146.

René M.: Geochemical and mineralogical constraints of the Saxothuringian topaz granites origin. *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 63 (2009), 264.

### Další významné výsledky

1. V hnědých i černých uhlích z českých i světových lokalit byly nalezeny zcela nové komplexní sloučeniny hliníku, mj. i s organickými ligandy. Byla určena jejich tepelná stálost, což přispělo k charakterizaci teplotních podmínek vzniku uhlí.

Straka, P. - Náhunková, J.: Temperature conditions of coal formation. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Vol. 6, No.2(154) (2009), s. 201–207.

Straka, P. - Náhunková, J.: Aluminium complexes in coal and their thermal stability. *Geolines*, Vol. 22, (2009), s. 69–72.

2. Byla zpracována metodika přesného měření Youngova modulu a Poissonova čísla pro izotropní materiály založená na principu vyhodnocení rezonančního spektra válcových těles. Tato metodika byla následně využita při získávání přesných závislosti elastických konstant oxidové keramiky s jemně řízenou porozitou

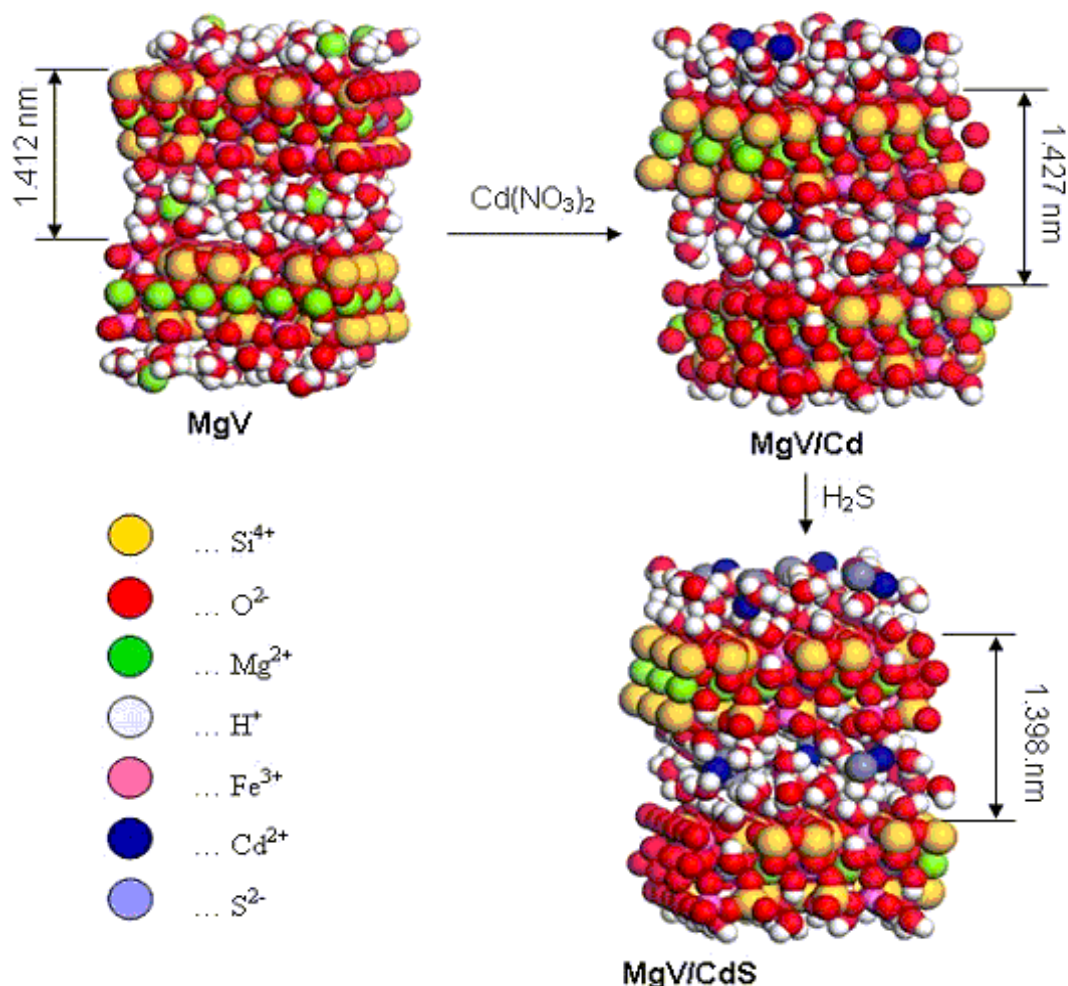
Živcová, Z.- Černý, M. - Pabst, W. - Gregorová, E.: Elastic properties of porous oxide ceramics prepared using starch as a pore-forming agent. *Journal of the European Ceramic Society*, 29 (2009), s. 2765-2771.

3. Vlákňové čedičové kompozity s matricí odvozenou z polysiloxanové pryskyřice pyrolyzními procesy s různými stupni konverze polymeru mají odlišné mechanické

vlastnosti v závislosti na rychlosti ohřevu a maximální procesní teplotě. Iniciační energie lomu při rázové zkoušce, dobře korelující s lomovou houževnatostí KIC, je maximální (cca 45 N.mm<sup>-1</sup>) u materiálu připraveného procesem se střední rychlostí ohřevu (20 K.h<sup>-1</sup>) do 650°C. Proces vedený do 750°C již vede ke vzniku materiálu s nízkou iniciační energií lomu.

Černý, M. - Glogar, P. - Sucharda, Z. - Chlup, Z. - Kotek, J.: Partially pyrolyzed composites with basalt fibres - Mechanical properties at laboratory and elevated temperatures. *Composites Part A - Applied Science and Manufacturing*, 40, č. 10 (2009), s. 1650-1659.

4. Vermikulit, vhodný jako sorbent těžkých kovů (kadmium), lze využít pro syntézu ultrajemných částic CdS, materiálu s významnými optoelektronickými a katalytickými vlastnostmi. U interkalátů připravených iontovou výměnou mezivrstevného kationtu a následnou reakcí se sulfanem je možné rozlišit tři formy CdS částic : a) jednotlivé molekuly CdS v mezivrstvi obklopené molekulami vody, b) jednotlivé nanokrystality CdS precipitované na okrajích vermikulitových vrstev a c) klastry nanokrystalitů CdS s různou vzájemnou krystalografickou orientací. Možné uspořádání CdS v mezivrstvi bylo navrženo pomocí molekulárního modelování.



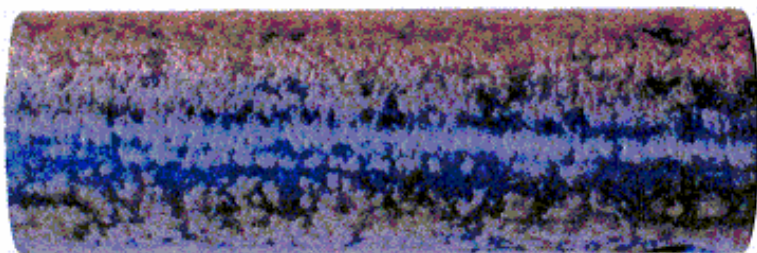
Obr. 6: Molekulární model možného uspořádání CdS v mezivrstvi

Matějka, V. - Šupová, M. - Klemm, V. - Rafaja, D. - Valášková, M. - Tokarský, J. - Lešková, J. - Plevová, E.: Vermiculite interlayer as a reactor for CdS ultrafine particles preparation. *Microporous and Mesoporous Materials*, 129, (2010), s. 118–125.

5. Byl navržen způsob popisu porézní struktury bariérového bentonitového materiálu v úložišti jaderného odpadu a popsán její vývoj při současném působení teploty a hydratace.

Přikryl, R. - Weishauptová, Z.: Hierarchical porosity of bentonite-based buffer and its modification due to increased temperature and hydration. *Applied Clay Science*, (2009), doi:10.1016/j.clay.2009.10.005.

6. V rámci studia mechanismu koroze povlakových trubek jaderného paliva byla potvrzena gelová struktura korozní vrstvy oxidu zirkoničitého.



Obr. 7 Korozní vrstva  $ZrO_2$  na povlakové trubce jaderného paliva

Medek, J. - Weishauptová, Z.: Gel structure of the corrosion layer on cladding pipes of nuclear fuel. *Journal of Nuclear Materials*, 393, (2009), s. 306-310.

7. V prachu a v sedimentech z exponovaných lokalit Prahy byly charakterizovány uhlíkaté částice a biomarkery a bylo zjištěno, že saze a částice polokoxsu jsou významným zdrojem polycyklických uhlovodíků a nereaktivního uhlíku „Black carbon“ v daných prostředích.

Sýkorová, I. - Havelcová, M. - Trejtnarová, H. - Matysová, P. - Vašíček, M. - Kříbek, B. - Suchý, V. - Kotlík, B.: Characterization of organic matter in dusts and fluvial sediments from exposed areas of downtown Prague, Czech Republic. *International Journal of Coal Geology*, 80 (2009), s. 69-86.

8. V rámci studia sorpce a vazby prvků v uhlí byly zjištěny optimální podmínky efektivní sorpce kovů ( $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ) na hnědé uhlí a As na alumosilikáty a byla objasněna distribuce arzenátu železa v ekologických vzorcích a Ga a Ge v organickém podílu uhlí.

Havelcová, M. - Mizera, J. - Sýkorová, I., - Pekař, M.: Sorption of metal ions on lignite and the derived humic substance. *Journal of Hazardous Materials*, č.161 (2009), s. 559-564.

Doušová, D. - Fuitová, L. - Grygar, T. - Machovič, V. - Koloušek, D. - Herzogová, L. - Lhotka, M.: Modified aluminosilicates as low-cost sorbents of As(III) from anoxic groundwater, *Journal of Hazardous Materials*. 165, (2009), s.134-140.

Filippi, M. - Machovič, V. - Drahota, P. - Böhmová, V.: Raman microspectroscopy as a valuable additional method to X-ray diffraction and electron microscope/microprobe analysis in the study of iron arsenates in environmental samples. *Applied Spectroscopy*, Roč.63, (2009), s. 621-626.

Klika, Z. - Ambrožová, L. - Sýkorová, I. - Seidlerová, J. - Kolomazník, I.: Critical evaluation of sequential extraction and sink-float methods used for the determination of Ga and Ge affinity in lignite. *Fuel*, 88 (2009), s. 1834-1841

9. Studiem petrografických charakteristik organických částic jsme se podíleli na sestavení modelu paleoprostředí a původní vegetace spodní radnické sloje ve Štílcu a změn klimatických poměrů v záznamu mšeckého jezera.

Libertín, M. - Opluštil, S. - Pšenička, J. - Bek, J. - Sýkorová, I. - Dašková, J.: Middle Pennsylvanian pioneer plant assemblage buried in situ by volcanic ash-fall, central Bohemia, Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, č. 155 (2009), s. 204–233.

Lojka, R. - Drábková, J. - Zajíc, J. - Sýkorová, I. - Franců, J. - Bláhová, A. - Grygar, T.: Climate variability in the Stephanian B based on environmental record of the Mšec Lake deposits (Kladno-Rakovník Basin, Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 280 (2009), s. 78–93.

10. Kombinací katodové luminiscence a optických metod byl zjištěn vliv permineralizace permokarbonských dřev na stupeň zachování rostlinných pletiv v souvislosti s paleoprostředím.

Mencl, V. - Matysová, P. - Sakala, J.: Silicified wood from the Czech part of the Intra Sudetic Basin (Late Pennsylvanian, Bohemian Massif, Czech Republic): systematics, silicification and palaeoenvironment. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, Roč. 252, č. 3 (2009), s. 269-288.

11. Na základě fyzikálního modelování byly stanoveny projevy hornické činnosti na zemském povrchu. Byla ověřena možnost zmírnění těchto nežádoucích jevů pomocí vyplňování vytěžených podzemních prostor odpadním popílkem či jinými materiály.

Trčková, J.: Experimental 3-D modelling of surface subsidence affected by underground mining activities. *J. South Africa Inst. Mining and Metallurgy*, vol. 109 (2009).

12. V laboratorních podmínkách bylo stanoveno, jak se mění mechanické vlastnosti vláknobetonů v závislosti na obsahu kovových a nekovových vláken. Dochází ke změnám pevnosti v tahu, za ohybu a residuální síly potřebné k uvolnění vláken. Vlastnosti byly popsány v širokém teplotním rozsahu 20 až 600°C. Na základě těchto výsledků je možno optimalizovat vlastnosti betonu pro různé účely ve stavbnictví.

Trčková, J. - Řezba, K.: Study of adhesion of cement mixture and fibres and changes of its tension properties. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Vol.6, No.4(156) (2009), s.475-482.

13. Měření mikrodeformací horského masívu pomocí náklonoměrů ukázalo, že tyto deformace jsou odrazem změn tenzorů napětí a ty se mění výrazně několik dní až týdnů před největšími zemětřeseními na Euroasijské litosférické desce. Možnost predikce a správnost jednoho z modelů trigrování zemětřesení byla úspěšně ověřena na predikci Kurilského zemětřesení ( $M=7,4$ ) dne 24.11.2008.

Kalenda, P. - Neumann, L. - Wandrol, I.: Indirect stress measurement by static vertical pendulum. *Proceedings of 47th Int. Sci. Conf. Experimentální analýza napětí 2009*, s.120-128. TU Liberec.

14. Byl vypracován geodynamický model Českého masívu. GPS pozorování detekují pásma zvýšené pohyblivosti mezi jednotlivými strukturními jednotkami. Model byl doplněn o regionální obraz změn deformace zemského povrchu.

Schenková, Z. - Schenk, V. - Grácová, M.: Recent geodynamic pattern of the northern and eastern parts of the Bohemian Massif based on GPS measurements. *IASPEI General Assembly 2009, Morivo WA Lefatsche Rhythm of the Earth, Abstracts, Council for Geoscience, CD-ROM, G1.*

Knížek M. - Melichar R. - Janečka J.: Stratigraphic separation diagrams as a tool for determining fault geometry in a folded and thrust region: An example from the Barrandian region, Czech Republic. *Geological Journal*, accepted.

15. Byla zpracována data GPS měření a interpretována z hlediska geodynamiky struktur západní části Českého masívu. Seismotektonický model ohniskové zóny Nový Kostel byl korelován s lokálním a regionálním polem napětí.

Schenk, V. - Schenková, Z. - Jechumtálová, Z.: Geodynamic pattern of the West Bohemia region based on permanent GPS measurements. *Studia Geophysica et Geodetica*, 53, No. 3 (2009), s. 329-341.

Schenk, V. - Schenková, Z. - Jechumtálová, Z.: Reply to Comment of T. Fischer and J. Horálek on „Geodynamic pattern of the West Bohemia region based on permanent GPS measurements“ by V. Schenk, Z. Schenková and Z. Jechumtálová. *Studia Geophysica et Geodetica*, 53, No. 3 (2009), s. 345-350.

Douša, J. - Filler, V. - Kostecký, J. - Kostecký, J. jr. - Pálinkáš, V. - Šimek, J. - Řezníček, J. - Schenk, V. - Mantlík, F. - Schenková, Z.: EUREF related activities in the Czech Republic 2006-2007. EUREF Publication No. 17. *Mitteilungen des Bundesamtes fuer Kartographie und Geodaesie*, 42, Verlag des Bundesamtes fuer Kartographie und Geodesie, Frankfurt am Main, (2009), s. 203-208.

16. Změny tíhového pole monitorované na gravimetrické observatoři Květná během zemětřesného roje 2008, byly interpretovány z hlediska pre-, co- a post-seismického režimu ohniskové zóny Nový Kostel a okolí.

Schenk, V. - Schenková, Z. - Jechumtálová, Z.: Post-seismic release slip observed after two earthquake swarms 2004 in the West Bohemia – Vogtland area. IASPEI General Assembly 2009, Morivo WA Lefatsche Rhythm of the Earth, Abstracts, Council for Geoscience, CD-ROM, E1.

17. Pro oblast bavorika je typický výskyt řady granitových intruzí S-typu, doprovázených velkým množstvím anatektických hornin, vzniklých v podmínkách vysoké teploty a nízkého tlaku. Středně korová anatexe a granitový magmatismus byly důsledkem postkolizní delaminace litosferického pláště. V průběhu této „bavorské fáze“ získala jihozápadní část Českého masivu kompletně novou strukturní stavbu, spojenou se vznikem významných struktur SZ-JV směru, které jsou téměř kolmé k starší kolizní architektuře zachované v centrální části Českého masivu.

Finger, F. - Gerdes, A. - René, M. - Riegler, G.: The Saxo-Danubian granite belt: Magmatic response to post-collisional delamination of mantle lithosphere below the south-western sector of the Bohemian Massif (Variscan orogen). *Geol. Carpath.*, 60 (2009), s. 205-212.

Finger F. - René M.: A comment on „Two distinctive granite suites in the SW Bohemian Massif and their record of emplacement: Constraints from geochemistry and zircon 207/206Pb chronology“ by Siebel et al. *Journal of Petrology* 49, 1853-1872. *J. Petrol.*, 50 (2009), s. 591-593.

Finger F. - Dunkley D.J. - Gerdes A. - René M.: Geology of the south-western Bohemian Massif: Is the Pfahl Fault a terrane boundary? *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 63 (2009), 138.

18. Pro vymezení říční nivy byl vyvinut postup, který na základě morfometrických dat umožňuje připravit výstupy pro určení rozsahu a polohy údolní nivy. Výhodou tohoto přístupu je malé množství požadovaných vstupních dat. Díky automatizaci celého procesu do několika skriptů však může řešitel opakovaně určit oblasti pravděpodobného výskytu nivy s různými vstupními parametry progresivního nárůstu šířky / relativní výšky, a následně zvolit variantu nejlépe odpovídající realitě, ověřené například na vybraných profilech v terénu.

Hartvich, F. - Jedlička, F.: Progressive increase of inputs in floodplain delineation based on the DEM: application and evaluation of the model in the catchment of the Opava River. *AUC – Geographica*, No. 1+2 (2009), s. 87-104.

19. Byla dokumentována dlouhotrvající aktivita hlubokého sesuvu, která v důsledku intenzivního tání velkého množství sněhu přerostla v katastrofickou událost vedoucí ke zničení dvou domů. Výsledky je možné použít pro hodnocení ohrožení budov i jinými sesuvy v rámci jihovýchodní části České republiky.

Klimeš, J., Baroň, I., Pánek, T., Kosačík, T., Burda, J., Kresta, F. and Hradecký J. (2009): Investigation of recent catastrophic landslides in the flysch belt of Outer Western Carpathians (Czech Republic). *Nt.*

20. Nově provedené práce v terénu ukázaly na mnohem větší rozsah prehistorické skalní laviny, která vznikla na severním vrcholu Huascaránu a umožnily přesněji vymezit nejvíce ohrožené území, kde by lidská činnost měla být striktně limitována.

Klimeš, J., Vilímek, V., Omelka, M. (2009): Implications of geomorphological research for recent and prehistoric avalanches and related hazards at Huascarán, Peru. *Nat Hazards*, 50, 193 - 209.

21. Analýza měření posunů na zlomech v Postojnské jeskyni a porovnání s výskytem zemětřesení v regionu západního Slovinska a severního Chorvatska ukazuje v 10 případech v období 2004 – 2009 významnou korelaci obou jevů. V průběhu měřených tektonických posunů, či zaznamenaných seismických jevů byly zjištěny i významné změny v koncentraci radonu v jeskyni. Nárůst koncentrace radonu byl zjištěn zejména při pozorované kompresi na monitorovaných zlomech.

Šebela S. - Vaupotič J. - Košťák B. - Stemberk J.: Relationship between microdisplacements and radon air concentrations in the Postojna Cave, Slovenia. - *Journal of Cave and Karst Studies* - accepted, on-line version during December 2009, printing 2010.

22. Z datování vzorků kalcitových sintrů ze 4 jeskyní Českého ráje pomocí  $^{14}\text{C}$  a U/Th metody bylo zjištěno, že jeskynní sintry byly uloženy v období před 5 – 13 tis. let. Složení stabilních izotopů uhlíku a kyslíku karbonátů ze dvou jeskyní odpovídá typickým hodnotám pro jeskynní sintry. V případě dalších dvou jeskyní indikují tyto hodnoty výpar a rychlý únik  $\text{CO}_2$  při srážení sintrů. Povlaky kalcitových sintrů dokazují, že během posledních nejméně 5 tis. let nedošlo ani k malému ústupu stěn jeskyní. Jeskyně jsou tak v současném klimatu prakticky fosilizovány a nerozšiřují se.

Bruthans J. - Churáčková Z. - Jenč P. - Schweigstillová J.: Stáří a původ sekundárních karbonátů v některých jeskyních Českého ráje. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2008 (2009)*, s. 54-59.

23. Rozložení půdních typů v přírodní rezervaci Radotínské údolí se řídí topografickou pozicí a geomorfologií povrchu. Mineralogické složení půd je ovlivněno matečným materiálem a druhem specifických pedogenických procesů. V rendzinách a leptosolech převládá křemen a z jílových minerálů illit a kaolinit. Živce a chlorit jsou přítomny v malých množstvích. Ferralické kambisole mají vyšší obsah jílových minerálů a v horizontu Bw se objevuje smektit a goethit. Ve svrchních horizontech byl objeven vzácný weddelit.

Žigová A. - Šťastný M. - Krejčová J.: Clay minerals in soils formed on limestones in the southwest part of Prague, Czech republic. *Clay, Clay minerals and Layered Materials Conference, Zvenigorod, Moscow Region (2009)*, s.167-169.

24. Výzkum zlatorudné oblasti Kašperských hor potvrdil výskyt ryzího zlata společně se sulfidy ve strmých žilách protínajících rozptýlené zlaté zrudnění. Plíšky zlata až k 1 cm jsou doprovázeny zejména komplexními sulfidy, berthieritem, bournonitem, tetraedritem a boulangeritem. Mineralizace byla těžena ve vrcholném středověku a představovala hlavní podíl těžené rudy. Podíl stříbra ve zlatě se zvyšuje v přítomnosti stříbrnosného tetraedritu a je navíc doprovázen chalkopyrtiem a covelinem.

Litochleb J. - Sejkora J. - Šrein V. - Malec J.: Kašperskohorské zlato (Šumava, Česká republika). *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 17/1 (2009), s. 1-13.

## Výsledky výzkumu

V roce 2009 byly publikovány ve 28 článcích v impaktovaných časopisech, 2 monografiích, 24 článcích v recenzovaných časopisech a prezentovány v 58

konferenčních příspěvcích (41 přednášek a 17 posterů). Byly uděleny 3 patenty a 2 užité vzory a podány 4 přihlášky vynálezů. Ústav vydává 2 časopisy.

### **Tituly vydané na pracovišti v roce 2009**

1. - Acta Geodynamica et Geomaterialia, vol. 6, Nos. 1-4, 2009 – ISSN 1214-9705
2. (Sledováno databázemi: Science Citation Index Expanded, Journal Citation Reports/Science Edition, SCOPUS.)
3. - Acta Research Reports, No. 18, 2009 – ISSN 1214-9691.

### **Činnost pro praxi v rámci projektů**

1. - Ze směsí popelů z dřevných štěpků nebo slámy s vhodnými příměsemi byly připraveny vzorky granulovaných hnojiv tak, aby v půdě docházelo k jejich pozvolnému rozpadu. Chování těchto vzorků v půdě a jejich vliv na růst, výnos a složení biomasy jarní pšenice bylo zkoumáno ve spolupráci s Českou zemědělskou univerzitou v Praze.
2. - Vypracování metodiky a návodu pro vyhodnocování dat z měření průběhu vytvrzování epoxidových systémů pomocí zařízení dielektrické analýzy.
3. - Byl popsán způsob přenosu geotermální energie akumulované v důlních vodách na povrch. Byl zpracován model šíření tepla, jak pro získávání geotermální energie, tak i pro ukládání tepla. Byly vypracovány vzorové projekty realizace tepelných čerpadel.
4. - Na vzorcích sedimentárních hornin byly ověřeny injektážní materiály a jejich šíření kolem modelových důlních děl. Byla stanovena metodika pro určování rizik staveb a navrženy měřicí metody pro získání podkladů.
5. - V roce 2009 byl upřesněn průběh hlubokého zlomu v úseku České Budějovice–Munice na základě komplexního geofyzikálního mapování. K průzkumným pracím byly použity geoelektrické metody, mělká refrakční seismika a gravimetrie. Výsledky geofyzikálních měření byly ověřeny vrty a na lokalitě Úsilné navíc dvěma paleoseismologickými rýhami. Výsledek je významný pro bezpečnost Jaderné elektrárny Temelín.
6. - Byly zkoumány vzorky z vybraných lokalit, na kterých jsou sledovány změny v mezizrnné propustnosti na jádrech z průzkumných 100 m hlubokých vrtů. Výsledek je významný pro ukládání radioaktivních a toxických odpadů.
7. - Byly stanoveny tepelné toky v lokalitách odvalů a navržena přístrojová technika pro jejich dlouhodobý monitoring. Výsledek je významný pro energetiku a těžbu uhlí.

### **Výsledky spolupráce s podnikatelskou sférou a dalšími organizacemi získané na základě hospodářských smluv**

1. - SAFINA, a.s. - Bylo hodnoceno granulometrické složení různých práškových kovových materiálů obsahujících drahé kovy, hlavně pak stříbro. Ke stanovení byla využita laserová technika, pro úpravu jednotlivých vzorků k měření byly vyvinuty

speciální postupy.

AQUATEST, a.s. - Byly sledovány lehké uhlovodíkové plyny ve vzorcích podzemních vod z různých lokalit, jmenovitě methan, ethan a ethen. Ke zkoumání byla vypracována původní technika s opakovanými kontrolními stanoveními.

Elmarco s.r.o. Liberec - Vypracování postupu pyrolýzy plošných nanostruktur do 1100°C na bázi oxidu křemičitého a polyakrylonitrilu.

Lasak, s.r.o. - Statickým i dynamickým (tj. metodou rezonančních frekvencí) způsobem byly stanoveny hodnoty Youngova modulu a Poissonova čísla válcových vzorků porézního materiálu Poresorb používaného v zubní chirurgii.

PřF UK Praha - Na základě detailní identifikace materiálů původního výplňového zdiva Karlova mostu a jejich skladby bylo zjištěno, že fyzikální vlastnosti zdiva odpovídají moderním tzv. lehkým konstrukčním betonům.

National Museum of Natural History, Naturalis, Leiden, Holandsko - Petrografickým a geochemickým studiem permineralizovaných dřev z Jambí lokality na Sumatře byl určen dominantní vliv paleoklimatu, vulkanické činnosti na silicifikaci a stupeň zachování rostlinných pletiv.

Severočeské doly, a.s., Doly Bílina, a.s. - Kombinací uhelné petrologie, elektronové mikroskopie a GC/MS a Py-GC/MS analýzy byl nalezen systém rozlišení původu zgelovatělých a prouhelněných dřev z paleontologického horizontu č. 31 v lomu Bílina, SHP.

VŠB – TU Ostrava - Na základě uhelně petrologického studia, GC/MS a Py-GC/MS analýz byly určeny uhlíkaté látky v hořících haldách v Čechách a na Moravě s ohledem na jejich ekologický dopad.

Severočeské doly, a.s., Doly Bílina, a.s. - Geochemickými a mikroskopickými metodami byly charakterizovány mineralizované kmeny, rašelina a uhlí se zaměřením na formy křemene, karbonátů a sulfidů a na stupeň gelifikace a zachování rostlinných pletiv.

RWE - Transgas s.r.o. - Monitorování indukované seismicity kolem podzemního zásobníku plynu Háje-Příbram v souvislosti s jeho provozem.

Stavební geologie a.s. - Seismický monitoring při výstavbě silničního tunelu Blanka v Praze.

M-Silnice Hradec Králové - Hodnocení záznamů indukované seismicity v oblasti Jablonné n./O.

KMK Granit a.s. - V kamenolomu Krásno byly posouzeny seismické účinky jednotlivých odstřelů ve vybraných kamenolomech na okolní zástavbu.

Českomoravský cement, Štěrkovny - Optimalizace těžebních prací na základě seismických evaluací v kamenolomu Mistrovice.

Léčebné Lázně Jáchymov a.s. a Správa Lázní a kolonád Karlovy Vary, a.s. - Průběžné sledování produkce léčivých a radioaktivních vod. Bylo zjištěno, že jejich vydatnost přímo nesouvisí s regionálními a vzdálenými seismickými jevy.

Správa Pražského hradu - Vyhodnocení dopadů seismických účinků stavebních prací při výstavbě tunelu Blanka na vybrané historické budovy (Národní archiv Praha

a Letohrádek královny Anny).

- /. Tivall s.r.o1 - Sledování deformací výrobní haly firmy Tivall s.r.o. v Krupce u Teplic.
- /. Městský úřad Slaný - Studium posunů skalního bloku na Slánské hoře.
- /. Krajský úřad Hradec Králové - Stanovení příčin vzniku skalního řícení na silnici u Adamova (Královéhradecký kraj).

### **Patenty a užité vzory**

- /. Způsob solidifikace a stabilizace radioaktivních odpadů. Patent č. 299909, ÚPV Praha.
- /. Generátor rotačních seismických vln, seismická měřicí souprava obsahující tento generátor a způsob seismického průzkumu. Patent č. 301218, ÚPV Praha.
- /. Rotační seismický senzorový systém, seismická měřicí souprava obsahující tento systém a způsob seismického průzkumu. Patent č. 301217, ÚPV Praha.
- /. Organicko-minerální hnojivo. Užité vzor. Zapsán pod číslem 20331, ÚPV Praha.
- /. Organicko-minerální hnojivo. Užité vzor. Zapsán pod číslem 20332, ÚPV Praha.

### **Spolupráce s vysokými školami a dalšími institucemi**

Spolupráce s vysokými školami v r. 2009 byla uskutečňována ve formě vědeckého vzdělávání v rámci doktorského studia, výchově studentů pregraduálního studia a v pedagogické činnosti pracovníků ústavu.

- V prezenční formě studovalo 8 doktorandů, v kombinované a distanční formě 11, úhrnně 19 studujících doktorského studia. Nově byli přijati ke studiu v kombinované a distanční formě 2 studující. Absolvovali 3 doktorandi.

- Na Ústavu vypracovalo diplomové práce celkem 5 studentů vysokých škol.

- V bakalářských, magisterských a doktorských programech bylo pracovníky ústavu odpřednášeno ve 4 semestrálních cyklech celkem 190 hodin, z toho v letním semestru 100 a v zimním 90. V Ústavu působil 29 vědeckých pracovníků úrovně PhD./CSc., 3 pracovníci úrovně DrSc. a 2 docenti.

Spolupráce s VŠ ve výzkumu byla realizována v 9 společných projektech, z toho ve 3 byl USMH příjemcem a v 6 spolupříjemcem. Na společném pracovišti s účastí vysokých škol, Astronomického ústavu AV ČR, v.v.i., a Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického, v.v.i., "Geodynamika Země" participovalo 8 pracovníků Ústavu a 13 pracovníků z vysokých škol.

### **Mezinárodní spolupráce**

V roce 2009 byl ústav zapojen v 11 mezinárodních vědeckých programech zastřešovaných institucemi jako International Committee for Coal and Organic Petrology, Norway Funds, UNESCO aj. a kordinovaných mezinárodními organizacemi

nebo Ústavem. Dále byl řešen projekt EU "Advanced Industrial Microseismic Monitoring" - AIM.

Další mezinárodní spolupráce je vyvíjena v rámci 21 meziústavních dvoustranných dohod. Byla navázána spolupráce se špičkovým pracovištěm zaměřeným na výzkum biokompozitů - National University of Singapore.

Ústav navštívilo 10 význačných zahraničních vědeckých pracovníků a pracovníc.

### **Konferenční aktivity**

V roce 2009 byl Ústav pořadatelem nebo spolupořadatelem 4 konferencí s mezinárodní účastí, jmenovitě Experimentální výzkum dynamiky Země a jejího povrchu, Recentní geodynamika Sudet a přilehlých oblastí, Mezinárodní konference Postavení geomorfologických výzkumů v roce 2009 a Svahové deformace a pseudokras.

### **Popularizace vědy**

Popularizační aktivity se soustředily na Dny otevřených dveří (2 - 8. listopadu), kdy Ústav navštívila řada zájemců, kteří vyslechli přednášky s geovědní tematikou a navštívili jednotlivá pracoviště a laboratoře. Dále byla publikovány popularizační články, a to v časopise Vesmír, Waste Forum a Al Hajar Newsletter a El Corazón. Pro Český rozhlas byly uspořádány 6 rozhovorů, další 2 pak pro televizní vysílání ČT1 a TV Noe. Rovněž byla uspořádána přednáška pro obyvatele Nového Kostela v západních Čechách a výstava fotografií "Auf dem Weg der Natur".

## **IV. Hodnocení další a jiné činnosti:**

Ústav nemá další a jinou činnost.

## **V. Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce:**

ÚSMH AV ČR, v.v.i., neměl ve sledovaném roce žádné nedostatky v hospodaření.

## **VI. Finanční informace o skutečnostech, které jsou významné z hlediska posouzení hospodářského postavení instituce a mohou mít vliv na její vývoj:\*)**

Viz příloha.

\*) Údaje požadované dle § 21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

## VII. Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště: \*)

Ústav bude pokračovat v činnosti podle Výzkumného záměru koncipovaného do roku 2011. Pro vědeckou práci a její zlepšování budou i nadále získáváni studenti doktorského studia v předmětných programech. V současné době je jejich počet 19, dva byli nově přijati.

I nadále budou probíhat atestace vědeckých pracovníků, které zvyšují jejich výkonnost. S vědeckými pracovníky, kteří nedosahují dobrých výsledků bude rozvázáán pracovní poměr nebo snížěn úvazek.

Průběžně bude doplňováno, inovováno a rozvíjeno přístrojové vybavení Ústavu a školeni pracovníci k jeho obsluze.

## VIII. Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí: \*)

V průmyslovém měřítku bylo prokázáno, že zplyněním odpadní pryže s hnědým uhlím v paroplynovém zařízení lze získat plyn s vysokým obsahem energie jako alternativní palivo širšího využití. Touto metodou je možné zpracovat i další organické odpady na plyny s vysokou užitnou hodnotou na stávajících zařízeních.


Silikátové odpady lze využít k přípravě geopolymerních složených materiálů. Radioaktivní a nebezpečné odpady lze fixovat v geopolymerech a takto je i likvidovat.

Byl navržen a realizován nový odlučovač nežádoucích feromagnetických příměsí s vysokou hodnotou magnetické indukce v separační zóně, použitelný i při zpracování odpadů.

## IX. Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů: \*)

Viz oddíl I, bod c) a oddíl VII.

razítko Ústav struktury  
a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i  
V Holešovičkách 41  
182 09 Praha 8

  
podpis ředitele pracoviště AV ČR

\*) Údaje požadované dle § 21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

**Součástí výroční zprávy je zpráva auditora s přílohami**